

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Diplomová práce

**Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti snižující rizika
zranění v osobních automobilech**

Bc. Tomáš Pastucha

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Pastucha

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti snižující rizika zranění v osobních automobilech

Název anglicky

Active and passive safety features that leads to a decreased rate of injuries in cars

Cíle práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na aktivní a pasivní bezpečnost vozidel.

Hlavním cílem je provést testování dvou prvků a to systém hlídání mrtvého úhlu a systém hlídání jízdy v pruzích. Dílčím cílem diplomové práce je analýza současného stavu vývoje v oblasti systémů aktivní a pasivní bezpečnosti v osobních automobilech.

Metodika

Metodika řešené problematiky diplomové práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce se bude věnovat testování systémů pro hlídání mrtvého úhlu a systémů hlídání jízdy v pruzích. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků hodnocení budou formulovány závěry diplomové práce.

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Přehled řešené problematiky
5. Praktická část práce
6. Výsledky a diskuse
7. Závěr
8. Seznam použitých zdrojů
9. Přílohy

Doporučený rozsah práce

50 – 60 str. včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

bezpečnost, vozidlo, karoserie, deformační zóna, airbag

Doporučené zdroje informací

EBEN LI, S. and all, Kalman filter-based tracking of moving objects using linear ultrasonic sensor array for road vehicles, Mechanical Systems and Signal Processing,

VLK, F. *Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.

VLK, F. *Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

VLK, F. *Automobilová elektronika 3, Systémy řízení motoru a převodů : [benzinové motory, dieselové motory, výkon vozidla, vstřikovací systémy, zapalování, snímání dat]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7063-1.

VLK, F. *Elektronické systémy motorových vozidel. Díl 1*. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.

3. SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. *Automotive safety handbook*. 2nd ed. Warrendale: SAE International, c2007. ISBN 978-0-7680-1798-4.

4. PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. *Automotive vehicle safety*. Warrendale: SAE, 2002. ISBN 0-7680-1096-9.

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2021

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti snižující rizika zranění v osobních automobilech vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení §35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 31.3.2022



Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval své vedoucí práce Ing. Veronice Hartové, Ph.D. za pomoc, odborné vedení a trpělivost. Dále také své rodině za podporu.

Prvky aktivní a pasivní bezpečnosti snižující rizika zranění v osobních automobilech

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá aktuálními technologiemi v oblasti aktivní a pasivní bezpečnosti osobních automobilů.

Pojednává o nejpoužívanějších prvcích aktivní bezpečnosti, které zachraňují lidské životy a usnadňují ovladatelnost vozu. Mezi ně patří adaptivní tempomat, hlídání mrtvého úhlu, ESP nebo také ABS. Dále jsou zde zahrnuty také prvky pasivní bezpečnosti, které jsou užity při samotném nárazu, pokud k němu dojde. Tyto prvky pasivní bezpečnosti zahrnují airbasy, deformační zóny, dětské autosedačky nebo například bezpečnostní pásy.

V této diplomové práci jsou provedeny testy prvků aktivní bezpečnosti, konkrétně chybovost adaptivního tempomatu v praxi v různých druzích počasí. Dále také systém hlídání jízdy v pruzích a hlídání mrtvého úhlu. U mrtvého úhlu byly provedeny také testy chybovosti, a to konkrétně v ustáleném provozu a dále také v hustším provozu, u jízdy v pruzích naopak mělo vliv vodorovné dopravní značení

Výsledkem těchto testů bylo zjistit, zdali má hustota provozu, počasí a dále také dopravní značení vliv na funkčnost vybraných asistenčních systémů. Z měření byly stanoveny závěry, zda jsou adaptivní tempomat, asistent hlídání jízdy v pruzích a hlídání mrtvého úhlu spolehlivými prvky aktivní bezpečnosti vozidel nebo nikoliv.

Klíčová slova: bezpečnost, vozidlo, karoserie, deformační zóna, airbag

Active and passive safety features that leads to a decreased rate of injuries in cars

Abstract

This thesis is about current technologies in the area of active and passive safety systems in passenger vehicles.

It deals with the most used elements of active safety, which save human lives and makes vehicle control easier. These are systems such as adaptive cruise control, blind spot detection, ESP or ABS. Further, there are discussed passive safety system, which help in case of the impact itself. For example airbags, deformation zones, child car seat or seat belts.

For the purpose of this thesis, there had been performed tests of active safety elements, specifically adaptive cruise control error rate when used in real conditions in different types of weather. Also, the lane assist and blind spot detection systems had been tested. Blind spot detection system was tested for faults in moderate and heavy traffic. Other experiments were made to test the effects of longitudinal markings on lane assist system.

The goal of the aforementioned tests was to find out, if traffic density, weather and road signs and markings affect functionality of the chosen safety systems, and whether the adaptive cruise control, lane assist and blind spot detection are reliable elements of active safety systems in passenger vehicles or not.

Keywords: safety, vehicle, body, crumple zone, airbag

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce	3
4	Přehled řešené problematiky	4
4.1	Asistenční systémy vozidel	4
4.2	Aktivní prvky bezpečnosti.....	5
4.2.1	System ESP	6
4.2.2	System ABS	7
4.2.3	Adaptivní tempomat.....	8
4.2.4	Asistent nouzového brzdění	9
4.2.5	System automatického nouzového brzdění	10
4.2.6	Rozpoznávání dopravních značek	11
4.2.7	Head-Up Display.....	13
4.2.8	Adaptivní světlomety	13
4.2.9	Hlídaní mrtvého úhlu	15
4.2.10	Asistent hlídání jízdy v pruzích	17
4.2.11	Značení pozemních komunikací	19
4.2.12	Údržba pozemních komunikací.....	20
4.3	Pasivní prvky bezpečnosti	21
4.3.1	Karoserie	21
4.3.2	Zadržné systémy.....	23
5	Praktická část práce	26
5.1	Adaptivní tempomat Škoda	26
5.1.1	Testování reakční doby zpomalení o rychlost 10 km/h na dálnici....	27
5.2	Asistent hlídání jízdy v pruzích Škoda	28
5.2.1	Testování chybovosti systému Lane Assist.....	29
5.2.2	Porovnání počtu chyb silnice x dálnice.....	31
5.3	Asistent hlídání mrtvého úhlu Škoda	32
5.3.1	Testování chybovosti systému Škoda Blind Spot Detect.....	32
6	Závěr	35
7	Seznam použitých zdrojů	37

1 Úvod

V dnešní době se stále více zvyšují nároky na prvky bezpečnosti v osobních automobilech, a to jak aktivní bezpečnostní systémy, tak i pasivní. Téměř každý se nějakým způsobem stal účastníkem provozu na pozemních komunikacích a míra rizika po usednutí za volant, či na sedadlo spolujezdce je veliká. Proto je velmi důležité, aby vozidlo bylo schopno řídiči, co nejvíce pomoci při řízení a hlavně, aby vozidlo dokázalo ochránit celou posádku v případě havárie.

Jelikož se nařízení evropské unie neustále zpřísňují, tak v moderních automobilech dnešní doby existují prvky bezpečnosti, které byly do nedávna záležitostí pouze prémiových vozidel. Například hlídání jízdy v pružích, hlídání únavy řidiče nebo třeba hlídání mrtvého úhlu. Dále je také dbáno na deformační zóny vozidel a celkové použití materiálu z hlediska bezpečnosti.

Z důvodu, že se bezpečnost vozidel od dob minulých značně zvýšila, tak i z nehod, které na první pohled vypadají opravdu závažně, lze vyvážnout i bez zranění, právě díky použití pasivních prvků bezpečnosti.

2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je provést testování tří prvků aktivní bezpečnosti, a to systém hlídání mrtvého úhlu, systém hlídání jízdy v pruzích a adaptivní tempomat. Dílčím cílem této diplomové práce je analyzovat současný stav vývoje v oblasti systémů aktivní a pasivní bezpečnosti v osobních automobilech.

3 Metodika práce

Metodika práce bude spočívat v naměření hodnot pro vybrané systémy aktivní bezpečnosti vozidel, a to konkrétně pro adaptivní tempomat, asistent hlídání jízdy v pruzích a systém hlídání mrtvého úhlu.

Praktická část práce bude zaměřena na reakční dobu zpomalení adaptivního tempomatu v různých typech počasí, chybovosti asistentu hlídání jízdy v pruzích v závislosti na vodorovném značení a v neposlední řadě také chybovost asistentu hlídání mrtvého úhlu v závislosti na hustotě provozu. Měření se bude provádět v hlavním městě Praha, dále ve vybraných lokacích ve Středočeském kraji a v neposlední řadě také na dálnicích v okolí Prahy. Měření bude probíhat v jarním, letním a zimním období. Část testů bude probíhat v zimním období z důvodu testu za sněhu u funkce adaptivního tempomatu. Účastníci měření budou tři, řidič, zapisovatel hodnot a dále také spolujezdec pro test hlídání mrtvého úhlu pro kontrolu, zdali se v této oblasti opravdu nenachází jiné vozidlo.

U měření reakční doby na zpomalení adaptivního tempomatu bude při několika opakováních na různých úsecích dálnice proveden test, kdy bude zapisovatel měřit počátek a konec zpomalení. Následně budou zapsány hodnoty. Měření chybovosti systému hlídání jízdy v pruzích bude probíhat mimo město, kdy bude ideální vodorovné dopravní značení a dále mimo město, kdy značení nebude zcela ideální. Dalším prostředím bude dálnice. Zapisovatel bude zapisovat chybovost, dle vyhodnocení řidiče v konkrétní situaci. Poslední měření systému hlídání mrtvého úhlu proběhne ve městě a na dálnici, přičemž zapisovatel bude na pokyn řidiče a spolujezdce zadávat hodnoty vyhodnocené jako chyba systému hlídání jízdy v pruzích.

Všechny hodnoty budou zapsány a následně převedeny do tabulek, ze kterých vyjde porovnání a vynesení výsledků.

4 Přehled řešené problematiky

Dnešní doba je schopna přinést mnoho dopravních nehod na silnicích po celém světě a tématem číslo jedna v oblasti automobilového průmyslu je bezpečnost vozidel, kterou je důležité si rozdělit a následně popsat.

4.1 Asistenční systémy vozidel

Bezpečnost v automobilovém průmyslu se nebere na lehkou váhu a téměř každé nově vyrobené vozidlo obsahuje pomocníky v podobě kamer, čidel, radarů, a také lidarů. Tyto technologie jsou schopné neustále střežit prostor kolem vozidla v průběhu jízdy. Systémy v podobě kamer, čidel, radarů a lidarů dokáží včas zasáhnout a také rozpoznat různá nebezpečí, a to i ta, která se mohou zdát pro řidiče jen informativní, jedná se o rychlost v obci i mimo ni, ale také například dokážou zasáhnout před srážkou se zvířeti, kterou nelze spatřit pouhým okem a v neposlední řadě také s blížící se srážkou s jiným vozidlem, či chodcem. Je tedy dáno, že výběr nového vozidla závisí mimo jiné také na bezpečnosti konkrétního modelu dané značky. Prvky bezpečnosti jsou rozděleny na dvě kategorie, které jsou dále popsány níže. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

a) Aktivní prvky bezpečnosti

Prvky aktivní bezpečnosti mohou být vlastnosti vozu nebo také technická zařízení, která se snaží zamezit vzniku dopravních nehod. Mezi tyto prvky bezpečnosti patří systémy, které jsou informativní, což mohou být upozornění na dopravní omezení, zde je příkladem systém čtení dopravních značek, dále systémy poloautonomní, kde se nachází adaptivní tempomat a v neposlední řadě také systémy pro udržení stability vozidla (ESP, ASR a ABS). [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

b) Pasivní prvky bezpečnosti

Pokud nastane nevyhnutelný náraz, tak na řadu přichází takzvané prvky pasivní bezpečnosti, které v co největší míře zmírňují průběh nehody pro posádku vozidla. Těmito pasivními prvky bezpečnosti jsou airbagy, bezpečnostní pásy, předpínače bezpečnostních pásů, deformační zóny automobilu nebo také opěrky hlavy. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

4.2 Aktivní prvky bezpečnosti

Popsání nejpoužívanějších systémů aktivních prvků bezpečnosti. V praxi existují dva druhy systémů, a to systémy podporující vozidlo a systémy podporující řidiče.

a) Systémy podporující vozidlo

Podpůrné systémy vozidla mají vliv na samotné řízení konkrétního vozu, přičemž veškeré práce systémů má na starosti přímo vozidlo jako takové, tudíž řidič nemusí ani poznat, jestli daný systém zrovna zasáhl do řízení. Systémy neustále pozorují dění v okolním provozu a jsou připraveny v každé chvíli zasáhnout. Pokud vzejde vyhodnocení vozu, že se blíží krizová situace, tak systémy pracující na pozadí přeberou kontrolu nad vozem a řidič ve většině případů nemůže již ničemu zabránit. Ideálním příkladem systémů, které zabraňují, případně ulehčují nenadálým situacím jsou ASR, ABS, případně ESP. [1, 2, 3, 4, 22]

b) Systémy podporující řidiče

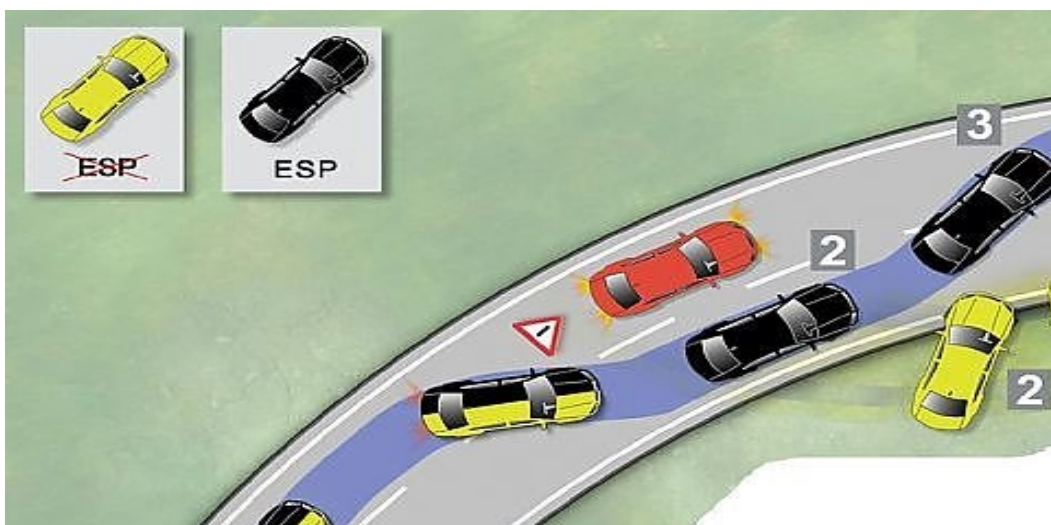
Oproti systémům podporující vozidlo působí systémy podporující řidiče opačně čili nepřímou, jedná se tedy o systémy varovné. Jestliže hrozí nebezpečí, tak díky těmto systémům dokáže řidič zvolit rozhodnutí, která mohou nebezpečným situacím zabránit. Tito pomocníci nemusí být aktivní po celou dobu jízdy a lze je vypnout stisknutím tlačítka na palubní desce, případně v menu dotykové obrazovky. Tyto systémy zahrnují hlídání mrtvého úhlu, hlídání jízdy v pruzích nebo adaptivní tempomat. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 22]

4.2.1 Systém ESP

V dnešní době je provoz na pozemních komunikacích hustší a celkově rychlý, spousta řidičů přeceňuje své schopnosti, riskují a mohou ohrozit ostatní účastníky provozu. Aby se předcházelo těmto situacím, tak je řešením ESP, elektronický stabilizační systém, který je již výbavou všech nových vozidel. Umožňuje ovládat prokluz, ale i skluz pneumatik v příčném směru. Jestliže dosáhne příčný skluz vysokých hodnot, tak dojde ke ztrátě bočního vedení. Díky tomuto systému lze projet zatáčku vyšší rychlostí, což je dáno zvýšenou stabilitou, kterou tento systém umožňuje. Umí také ale snížit riziko smyku, pokud dojde k prudkému brzdění či zrychlení tak, jak lze vidět na obrázku číslo 1. Systém ESP se aktivuje vždy, jakmile řidič nastartuje motor. Některá vozidla, nemusí to být ani ta sportovní, umí ESP omezit, anebo vypnout úplně stiskem tlačítka. [1, 2, 3, 4, 7, 9, 22]

Díky řídicí jednotce dokáže systém ESP spolupracovat s kontrolou trakce, a hlavně také se systémem ABS. Řídicí jednotka neustále shromažďuje data, která jsou do ní posílána skrze čidla, a tím vyhodnocuje, ve kterých situacích má sepnout modulátory pro spuštění kapaliny k brzdicům. Tato data shromažďují čidla příčného zrychlení, natočení volantu a dále také data z čidel rychlosti otáček kol. Pokud nastane nesoulad mezi některými z těchto parametrů, tak zasáhne systém ESP a za pomoci opačného otáčivého momentu vozidlo srovná, čímž předchází vzniku přetáčivého smyku. Při vzniku krizových situací může dojít k natočení volantu do žádaného směru či k omezení výkonu motoru. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

Obrázek 1 Ukázka systému ESP v praxi



Zdroj BECEP

4.2.2 Systém ABS

Systém ABS v praxi zabraňuje zablokování kol při brzdění, čímž se vozidlo stane ovladatelnější, funkci systému ABS lze vidět na obrázku číslo 2. Ovladatelnost vozidla je dána rozložením poměru brzdných sil mezi jednotlivá kola a nápravy. Funkci tohoto systému lze nejlépe poznat na kluzké a mokré vozovce, kdy je rozdíl patrný prakticky ihned, jelikož vozidlo bez systému ABS je hůře ovladatelné, jakmile dojde k zablokování kol, oproti tomu vozidlo se systémem ABS lze bezpečněji ovládat a zabránit tak případné nehodě. Pokud nastane smyk, tak ABS přibližně 12 – 16x za sekundu ubere a dále přidá brzdnou sílu na jednotlivá kola, tím se zajistí stálé otáčení kol a lze vůz daleko lépe řídit. Opačný případ nastává, pokud vozidlo jede po sněhu, případně šterku, zde u vozidla s ABS hrozí delší brzdná dráha. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

Každé kolo má svůj snímač, který neustále sleduje a určuje otáčky kol. Pokud řídicí jednotka rozpozná z těchto snímačů nebezpečí zablokování, tak okamžitě aktivuje elektromagnetické ventily daných kol. Každé z předních kol přenáší, nezávisle na sobě, co největší možný brzdný účinek, kola jsou ovlivňována za pomoci ventilu. U zadní nápravy si určuje kolo s nižší adhezí společný tlak v brzdách na zadní nápravě. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

Obrázek 2 Ukázka funkce systému ABS



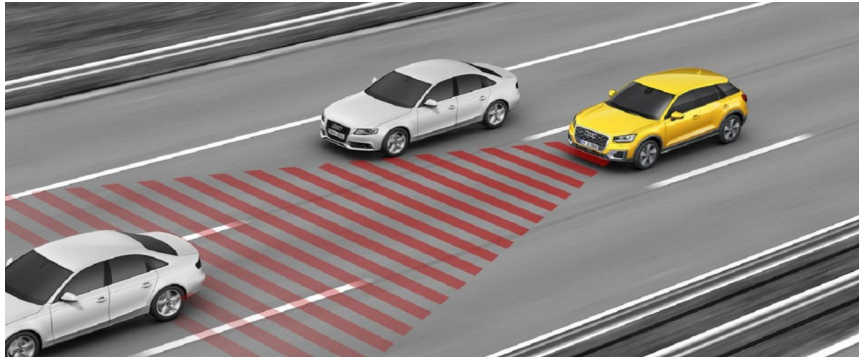
4.2.3 Adaptivní tempomat

Celosvětová zkratka adaptivního tempomatu je ACC (Adaptive Cruise Control) a jedná se o jeden z nejvíce využívaných systémů v této době. Oproti klasickému tempomatu je vylepšený o schopnost udržování vzdálenosti od vozidla jedoucího před ním. Na obrázku číslo 3 lze vidět funkci adaptivního tempomatu v praxi. Adaptivní tempomat je schopný zrychlovat a zpomalovat zcela sám, v pokročilejších verzích dokáže sám zcela zastavit a znovu se rozjet. Tento systém již není výsadou luxusních moderních vozidel, ale pomalu se dostává také do segmentu malých vozů, takže ho lze nalézt například v příplatkové výbavě Škody Fabia čtvrté generace. [1, 2, 10, 22]

Součástí adaptivního tempomatu je radar, který je umístěn v přední části vozu a na jeho základě je schopen ovlivnit rychlost a rozestup od vozidla. Ovládání samotného tempomatu je prakticky totožné s klasickým tempomatem, jen je zde přidána funkce nastavení vzdálenosti rozestupu. Vzdálenosti jsou ve většině případů rozdělené na 5 stupňů, přičemž vzdálenost číslo 1 je nejnižší a vzdálenost číslo 5 ta nejvyšší. Ideální případ použití adaptivního tempomatu je ve spojení s automatickou převodovkou, v takovém případě dokáže sám popojíždět v kolonách, kdežto spojení s manuální převodovkou je téměř ve všech případech ochuzeno o tuto funkci. Čili, pokud je 80 % jízdy s adaptivním tempomatem po městě, tak dává největší smysl spojení právě s automatickou převodovkou. Další nevýhoda je záležitost spíše sezónní, a to v zimě, kdy sníh na přední masce vozidla zcela zakryje radar adaptivního tempomatu a ten tím pádem ztratí svou adaptivní funkci. V takovém případě ho lze přepnout na tempomat klasický a dále udržuje pouze stálou rychlost. [3, 4, 10, 22]

Adaptivní tempomat po většinu času využívá brzdění motorem, dále s ním spolupracuje také výše popsany systém ABS nebo také systém ESP. Tyto systémy spolu dokáží vytvářet brzdny tlak, bez pomoci řidiče, a tím vypomáhat dobrzdování k blížící se překážce. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22]

Obrázek 3 Funkce adaptivního tempomatu v praxi



Zdroj Carmudi Insider

4.2.4 Asistent nouzového brzdění

Asistent nouzového brzdění neboli elektronický systém BAS (Brake Assist System) zasahuje v situacích, kdy řidič potřebuje nouzově brzdit. Asistent BAS rozpozná nouzové situace a na základě toho zvýší potřebný tlak k brzdění. Méně zkušený řidič se může v kritických situacích dostat do 2 situací. V té první sešlápne pedál brzdy s velkou silou, ale pomalu. Druhá situace nastane, když řidič sešlápne pedál brzdy malou silou, ale rychle. Zkušený řidič, oproti méně zkušenému, zvládne situaci lépe a pedál sešlápne intenzivně a hlavně rychle. Na základě testů se prokázalo, že se systémem BAS se brzdná dráha zkrátí o 20 %. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

Existuje několik typů brzdových asistentů, které jsou buď mechanické, elektronické nebo hydraulické. Jejich funkce jsou téměř stejné, ale liší se ve snímání veličin, které jsou potřebné pro činnost těchto systémů. Snímač brzdového asistentu se nachází přímo za brzdovým pedálem, kde snímá rychlost sešlápnutí brzdového pedálu a vynaloženou sílu sešlápnutí. Pro sepnutí asistentu je důležitá mezní hodnota výkonu. Mezní hodnota výkonu je stanovena samotným provozem vozidla, kdy asistent například rozpozná popojíždění v koloně a v takovém případě nezasáhne. Pokud nastane mezní hodnota, tak se asistent sepne a náběh brzd se urychlí, čímž se zkrátí brzdná reakce. Systém je aktivní do té doby, dokud se neuvolní brzdový pedál, poté se automaticky vypne. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

a) Popis funkce brzdového asistentu

Systém brzdového asistentu funguje na základě snímání odporu potenciometru, který se mění právě na základě pohybu samotného pedálu. Skrze řídicí jednotku je vyhodnocena rychlost a intenzita sešlápnutí brzdového pedálu, a tím na základě předem stanovených údajů pozná, zda se jedná o nouzové brzdění či nikoliv. Když je situace vyhodnocena jako nouzová, tak se sepne obvod ovládání zavzdušňovacího ventilu komory posilovače a díky tomu se

vytvoří potřebná síla a následně nastane maximální brzdění. V takové chvíli do akce vejde systém ABS a zabrání zablokování kol. Vozidla vybavena systémem ABS mají také brzdový asistent. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

b) Dvoustupňový posilovač brzdného účinku

Dvoustupňový posilovač brzdného účinku, lépe známý jako Dual Rate, se dokáže do tlaku 45 barů chovat jako standardní brzdová soustava. Pokud ale nastane situace intenzivního brzdění nad tuto hodnotu, tak se tlak v brzdové soustavě zvýší. Při nouzovém brzdění zajistí Dual Rate dřívější brzdny tlak. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

c) Brzdový asistent Nissan

Brzdový asistent Nissan je společně vyvinutý s firmou Bosch a méně nebo více zkušeným řidičům zvládne zajistit maximální zpomalení, kdy je zachována maximální ovladatelnost vozidla. Asistent Nissan snižuje skoro o jednu třetinu sílu, která je potřebná k aktivaci systému ABS, jestliže nastane náhlé nouzové brzdění. Méně zkušený řidič zvládne zastavit, co nejrychleji to za daných okolností jde. Výhodou je, že při sportovní jízdě umožní asistent opakované prudké brzdění několikrát za sebou, ale vzhledem k bezpečnosti pouze po přepnutí vozidla do sportovního režimu. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

4.2.5 Systém automatického nouzového brzdění

Systém automatického nouzového brzdění neboli Front assist, umožňuje bez pomoci řidiče, zpomalit nebo zcela zastavit vozidlo v situacích možného nárazu. Funguje do určitých rychlostí, ve městě přibližně do 50 km/h. Funguje na základě radaru umístěného v přední části vozu, nejčastěji v masce chladiče. Radar vysílá elektromagnetický signál a následně vyhodnocuje rychlost a vzdálenost předem jedoucího vozidla. Funkce je omezena pouze do maximální rychlosti dle výrobce, ale je nastavena také minimální hranice a ta činí ve většině případech 10 km/h. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

Systém nemá pouze funkci brzdnou, ale umožňuje také varovat řidiče, před blížící se překážkou, případně před předem jedoucím vozidlem a zasáhne až tehdy, pokud řidič na varování nereaguje. Varování má akustický signál a jeho intenzita se stupňuje s hrozícím nebezpečím. [3, 4, 5, 6, 11, 22]

Funkce front asisstu funguje již při nízkých rychlostech z důvodu funkce rozpoznání osob, cyklistů, případně zvířat, které mohou z nenadání vběhnout do vozovky. Umí také rozeznat stranu, kde se překážka nachází a dále také odkud se blíží. V městském provozu je nezbytným pomocníkem a spolu s adaptivním tempomatem tvoří základní set asistentů do města. [3, 4, 6, 11, 22]

4.2.6 Rozpoznávání dopravních značek

Pro vyšší bezpečnost na pozemních komunikacích jsou zavedeny různé dopravní předpisy, mezi něž patří také dopravní značení. Právě rozpoznávání dopravního značení dává řidiči větší přehled o dění v provozu. Tento systém umí přečíst rychlostní limity, rozpoznat začátek a konec dálnice, případně i začátek a konec obce. Pro ideální funkci tohoto systému je spojení s adaptivním tempomatem a automatickou převodovkou. V takovém případě dokáže sám přibrzďovat do zatáček a následně přidávat, pokud se blíží obec, tak umí přizpůsobit rychlost. [3, 4, 7, 8, 15, 22]

Existují dva druhy čtení dopravních značek. První z nich je spíše informativní a řidiči dává jasné informace o maximální povolené rychlosti na palubní počítač či head-up displej. Druhý způsob je funkční, jelikož je spojen s výše zmíněným adaptivním tempomatem. Jestliže je adaptivní tempomat nastaven na určitou rychlost, například na 80 km/h, tak je vůz schopen udržet rychlost do doby, než se objeví cedule označující začátek obce, v takovém případě vozidlo začne zpomalovat a do dané obce vjíždí maximální povolenou rychlostí. V některých případech spolupracuje také s vestavěným navigačním systémem a zvládne dle aktuálních online dat přizpůsobit jízdu provozu. Pokud má vozidlo sepnutý adaptivní tempomat, tak zvládne ujet několik kilometrů čistě samo, bez zásahu řidiče. Samozřejmě tento asistent není stoprocentní a je důležité udržovat neustálou pozornost a věnovat se řízení. [3, 4, 7, 8, 15, 22]

Obrázek 4 Funkce systému čtení dopravních značek



Zdroj www.autoweb.cz

Funkce systému čtení dopravních značek funguje na základě kamery umístěné vně vozidla za vnitřním zpětným zrcátkem. Tato kamera neustále sleduje dění kolem vozovky a čte dopravní značení, samotnou funkci lze vidět na obrázku číslo 4. Jak lze vidět, tak se při překročení povolené rychlosti změní barva maximální povolené rychlosti, právě pro informaci o překročení limitu. Jestliže řidič nereaguje a jede rychleji, než je povoleno, tak značka zrudne více, případně se rozblíká a při delším ignorování začne vydávat zvukový signál. [6, 16, 22]

4.2.7 Head-Up Display

Pro vyšší pozornost řidiče za volantem existuje prvek Head-Up Display, který je schopen promítat obraz z palubního počítače na čelní sklo v zorném poli řidiče. Z tohoto důvodu je také častokrát považován za bezpečnostní prvek, kdy řidič nemusí odklánět zrak na palubní počítač, ale vidí rychlost přímo před sebou. HUD umí promítat spolu s rychlostí také data z navigace, například kolik kilometrů zbývá do dalšího sjezdu na dálnici. Funkce HUD jsou znázorněny na obrázku číslo 5, kde lze vidět i samotné pokyny navigace. HUD začne promítat po každém nastartování vozidla, ale tuto funkci lze také vypnout. Promítání je provedeno skrze holografické sklo. První HUD se objevilo již v průběhu 80. let v Americe, ale v té době uměl jen základní funkci, a to promítat rychlost. [4, 5, 22]

Obrázek 5 Funkce Head-Up Displeje



Zdroj Volkswagen

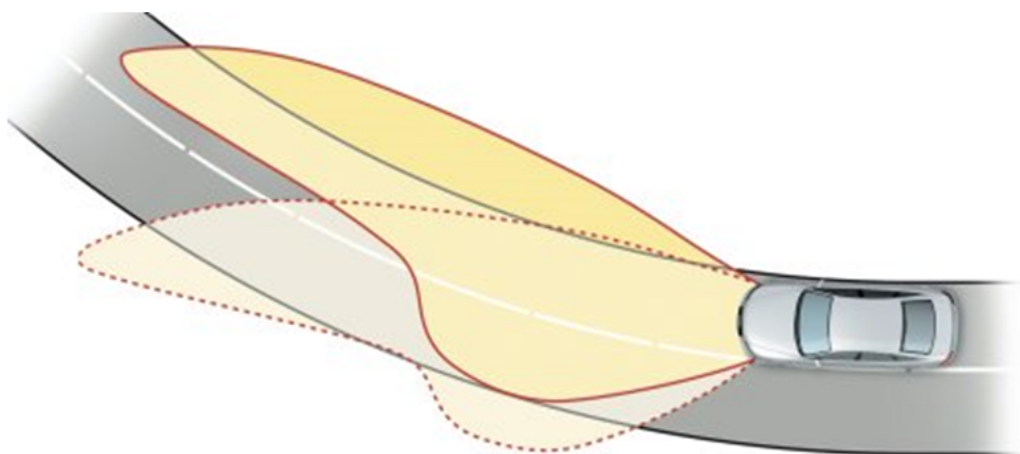
4.2.8 Adaptivní světlomety

Adaptivní světlomety jsou schopny se natáčet do zatáček, čímž se zlepšuje viditelnost v daném průjezdu zatáčky. První systémy fungovaly na základě natočení volantu čili kam se volant natočil, tam světla směřovala. V dnešní době systém funguje na podobném principu, ale není závislý na úhlu natočení volantu. Vše probíhá za pomoci elektromotoru a ten spolupracuje s řídicí jednotkou vozidla. Funkci adaptivních světlometů lze vidět na obrázku číslo 6. Moderní světlomety se zvládnou také naklopit nahoru a dolů v závislosti na pozemní

komunikaci před vozidlem. Jednodušším řešením lepší viditelnosti v zatáčkách je funkce přisvětlování mlhovým světlometem do zatáčky, která rozsvěcí jednotlivé lampy v závislosti na straně, kam vozidlo směřuje. Nevýhodou tohoto řešení je, že ve většině případů funguje pouze do určité rychlosti. Pokud řidič dá směrový signál, tak se patřičný světlomet rozsvěcí také. [11, 12, 16, 17, 22]

V dnešní době se výrobci zaměřují čím dál více také na zamezení oslnění protijedoucích vozidel potkávacími, případně i dálkovými světlometry. Je to dáno z důvodu, že nové pokročilé LED a laserové světlometry mají dosvit na dlouhé vzdálenosti. Pokud vozidlo vybaveno těmito světlometry spatří protijedoucí vůz, tak zastíní stranu, kde se protijedoucí vozidlo nachází a tím zamezí oslnění řidiče v protijedoucím vozidle. [11, 12, 16, 17, 22]

Obrázek 6 Funkce adaptivních světlometů

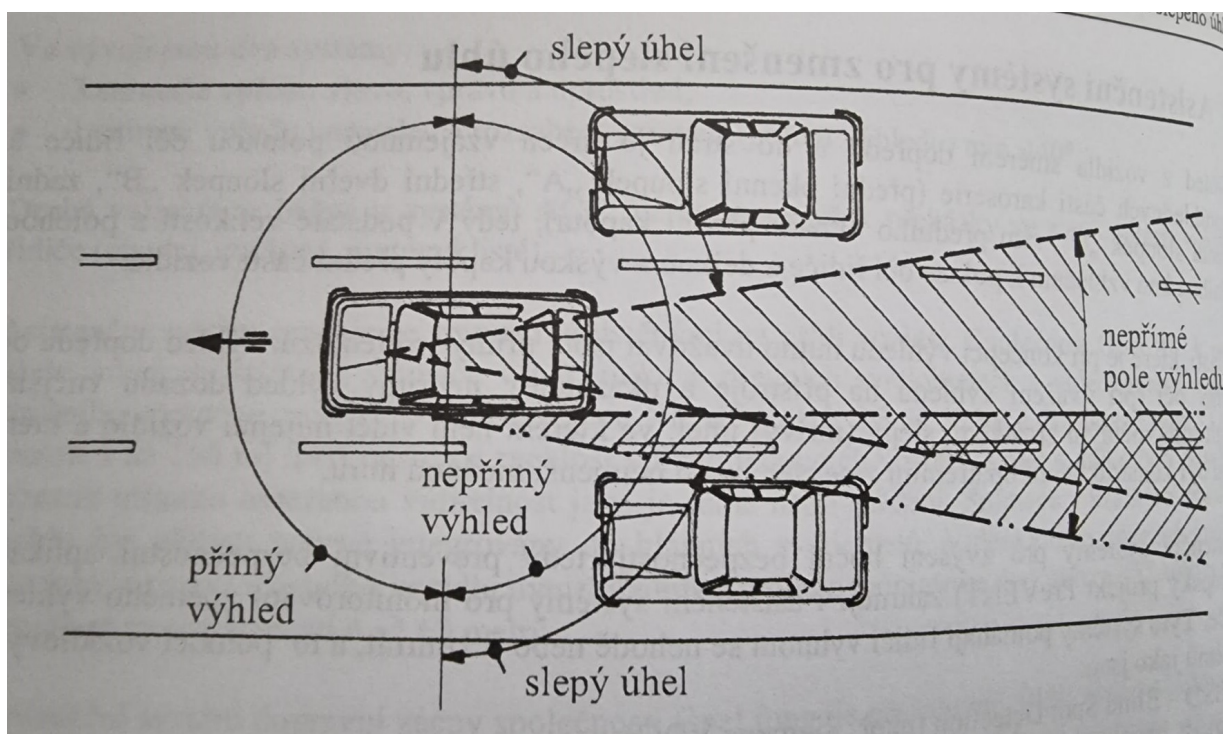


Zdroj www.autolexicon.net

4.2.9 Hlídaní mrtvého úhlu

Nejprve je třeba si ujasnit, co to vlastně mrtvý úhel znamená. Na obrázku číslo 7 lze vidět slepý úhel v oblasti nepřímého výhledu řidiče. Zjednodušeně řečeno je to takový jev, kdy není vidět vozidlo ve vedlejším jízdním pruhu, ani ve vnitřním zpětném zrcátku, ale ani ve vnějším zpětném zrcátku. Ve skutečnosti je výhled z vozidla určen vzájemnou polohou očí řidiče a dále neprůhledných částí karoserie, mezi které patří přední okenní A sloupek, střední B sloupek a zadní okenní C sloupek, případně i rám předního okna. Právě z takového důvodu existuje systém hlídání mrtvého úhlu (Blind Spot Assist), který napomáhá svým rozsvícením ikony, abychom věděli, že okolo nás jede vozidlo. Nejčastěji se ukazatel používá na skle vnějšího zpětného zrcátka, ale dříve, například Volvo a některé další značky, měly tento systém na A sloupku uvnitř vozidla. Ukazatelem není nic jiného než dioda s piktogramem. V minulosti, ale i dnes, jelikož systémy hlídání mrtvého úhlu nejsou vybavena veškerá moderní vozidla, se řidiči museli spoléhat pouze na vnitřní a vnější zpětná zrcátka, která mají ovšem omezené možnosti výhledu, a tudíž se řidič při přejetí pruhu nezřídka kdy dívá přes rameno bočním oknem pro lepší rozhled. [3, 4, 5, 12, 13, 14, 22]

Obrázek 7 Slepý úhel v oblasti nepřímého výhledu řidiče



Zdroj František Vlček, Automobilová elektronika 1

Existují tři druhy funkce hlídání mrtvého úhlu. Tím nejjednodušším a nejčastěji používaným je senzor umístěný ve vnějším zpětném zrcátku, který vysílá elektromagnetické vlny a na základě nich rozpozná, že se v mrtvém úhlu nachází vozidlo. Dalším způsobem mohou být kamery umístěné ve vnějších zpětných zrcátkách, které monitorují okolí vozidla. Některé automobilky využívají senzory na stranách zadního nárazníku. Toto řešení je finančně nejlevnější, jelikož senzory zároveň plní funkci parkovacích senzorů. [4, 12, 13, 22]

Princip funkce systémů hlídání mrtvého úhlu kamerami je takový, že vozidlo snímá z kamer oblast 3 metry za vozidlem a dále 3,5 metru do stran vozidla. Pokud se do takového prostoru dostane jiné vozidlo, tak se na příslušném zpětném zrcátku rozsvítí kontrolka, která upozorní řidiče na výskyt vozidla v jeho mrtvém úhlu. Tento systém má ještě několik vlastností. Jedna z nich je, že dokáže odhadnout rychlost blížícího se vozidla a tím včas upozornit řidiče, aby nepřejížděl do vedlejšího pruhu. Může také fungovat jako asistent při vyjíždění z kolmého parkovacího stání, kdy se rozsvítí diody v tu chvíli, pokud se ze strany blíží vozidlo. Nakonec má využití také při odbočování na křižovatce, kde hlídá vozidla z vedlejších jízdních pruhů. [3, 4, 5, 12, 13, 14, 22]

Senzory umístěné ve zpětných zrcátkách mají princip funkce trochu odlišný. Jsou založeny na principu laserových senzorů. Tyto senzory měří vzdálenost kolemjedoucích aut, dále také jejich rychlost a směr jízdy. Hlavním úkolem laserových senzorů je udržovat řádný odstup od ostatních účastníků silniční provozu. [3, 4, 5, 12, 13, 14, 22]

Společnost Volvo nabízí systém hlídání mrtvého úhlu, který se nazývá BLIS neboli Blind Spot Information Systém. Je to systém, který používá i několik dalších výrobců a jeho funkce je závislá na dvou zónách. Zóna číslo jedna je zóna mrtvého úhlu a zóna číslo dvě je zóna pro vozidlo, které se rychle přibližuje. Systém reaguje, jestliže je vozidlo předjížděno nebo se rychle přibližuje vozidlo, které jede za vozidlem. Jakmile BLIS zjistí, že se něco děje v jedné z těchto zón, tak se rozsvítí kontrolka nepřerušovaným svitem na příslušné straně, odkud vozidlo za ním jede. Jestliže se řidič rozhodne pro změnu jízdního pruhu a aktivuje směrové světlo, tak se kontrolka intenzivně rozblíká a dá tím najevo, že v tento moment není bezpečné předjíždět. Funkce je aktivní, pokud vozidlo jede více, jak 10 km/h, pokud vozidla jedou o více, jak 15 km/h než vozidlo řidiče, tak BLIS nereaguje. Na obrázku číslo 8 lze vidět starší provedení tohoto typu ve vozidle Volvo, kde je kontrolka uvnitř vozidla na krytu u A sloupku, zároveň i kamera, která snímá okolí vozidla. Nová vozidla už používají ukazatel na skle vnějšího zpětného zrcátka. [5, 12, 13, 22]

Obrázek 8 Systém hlídání mrtvého úhlu BLIS

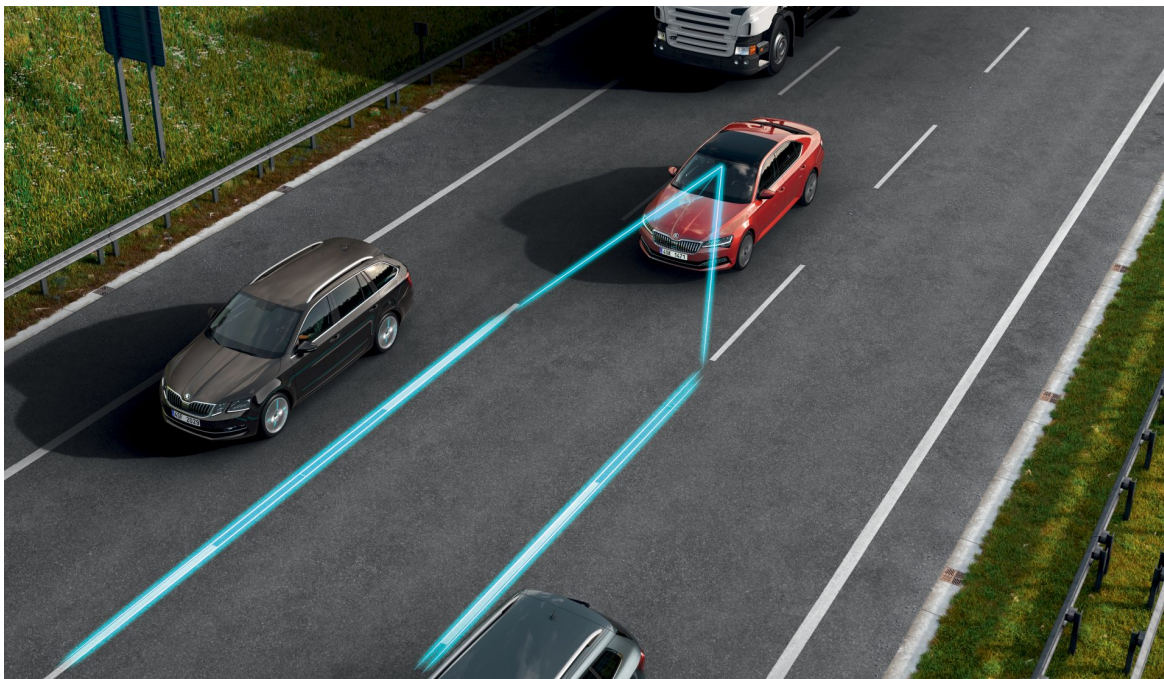


Zdroj Volvo

4.2.10 Asistent hlídání jízdy v pruzích

Hlídání jízdy v pruzích je dnes již standardem nových vozů v základní výbavě. Jeho užití má význam na dálnicích či rychlostních komunikacích, kdy řidič může dostat mikro spánek nebo se dostatečně nevěnuje řízení, pak je tento systém schopen zasáhnout a zabránit nehodě. Používají se optické systémy, které jsou schopny podle dělicích čar udržovat vozidlo ve svém pruhu, funkce asistentu hlídání jízdy v pruzích lze vidět na obrázku číslo 9. Pokud řidič nevěnuje řízení dostatečnou pozornost a kola najedou na hranici jízdního pruhu či okraje vozovky, tak asistent vydá varovný signál, ať už zvukový, tak i hmatatelný vibracemi do volantů. Existují také asistenty, které dokážou vozidlo vrátit zpět mezi pruhy a tím zamezit přejetí do vedlejší pruhu, děje se tak nejčastěji, když řidič ignoruje varování asistenta a ten následně vyhodnotí, že vozidlo vrátí mezi pruhy sám, protože by mohlo dojít k nebezpečné situaci. Děje se tak pokud řidič nereaguje v řádu sekund. Systém má také i nevýhody a jednou z nejvýznamnějších je vodorovné značení čar okraje vozovky a jízdních pruhů. Některé silnice druhé a třetí třídy, případně nově vyasfaltované úseky silnicí první třídy, které prozatím nemají vodorovné značení, vedou k deaktivaci systému, jelikož asistent jízdy v pruzích snímá, jak okraje vozovky, tak jízdní pruhy. Některé pokročilé systémy jsou už na tuto skutečnost připraveny a dokážou si poradit i bez vodorovného značení tak, že udržují stopu podle vozidla jedoucího před ním. [4, 8, 22]

Obrázek 9 Hlídaní jízdy v pruzích Lane assist



Zdroj Škoda

a) Asistenční systém udržování jízdního pruhu AFIL

Systém AFIL je jedním z druhů asistence řízení, který na dálnicích či rychlostních komunikacích umožňuje udržovat vozidlo v jízdním pruhu. Provádí automatickou kontrolu neúmyslného přejetí do vedlejšího jízdního pruhu při rychlostech nad 80 km/h. Pokud řidič použil směrový signál pro změnu jízdního pruhu, tak systém vyhodnotí situaci jako bezpečnou a na přejetí pruhu nereaguje, v opačném případě začne pomocí infračerveného snímače umístěného za předním nárazníkem vyhodnocovat situaci a na skutečnost řidiče upozorní vibrací na straně sedadla, na které došlo k přejetí dělicí čáry. [3, 4, 8, 9, 22]

b) Varovný systém při vybočení z jízdního pruhu LGS

Lane Guard Systém (LGS) pracuje na základě kamer, které jsou umístěny ve voze a neustále sledují pozici vozidla, jízdní pruhy a případně i kraje vozovky. Jestliže se řidič dostatečně nevěnuje řízení a vyjíždí z jízdního pruhu, vyšle tento systém varovné oznámení vibrací do volantu v čas, kdy se blíží k vyjetí vozidla z pruhu. Systém LGS je také schopen upozornit řidiče, když na vozovce jízdní pruhy chybí úplně, a to signálem na přístrojové desce. Kamera tohoto systému je umístěna za čelní sklem. [3, 4, 8, 9, 22]

c) Asistent udržování jízdního pruhu LDWA

Videokamera umístěna ve vozidle, může být například za čelním sklem, snímá podélné značení na silnici, přičemž elektronická jednotka řidiče následně upozorňuje, ať už zvukově, tak i vizuálně, pokud vozidlo začne opouštět svůj jízdní pruh bez zapnutých směrových světel. Většina vozidel má definovanou rychlost, od které tento systém funguje, většinou se jedná o rychlosti nad 70 km/h. [3, 4, 8, 9, 22]

Zajímavostí je, že takovýto systém umožňuje také monitorovat řidiče, konkrétně jeho pohyb očí, kdy kamera umístěna ve voze vyhodnocuje kondici řidiče, právě z očí. Výzkumy prokázaly, že každou čtvrtou nehodu má na svědomí únava řidiče. Pokud dotyčný mrká jen občas a doslova mžikem, tak je odpočatý, naopak řidič, který mrká častěji a doba mrknutí se zvyšuje. [3, 4, 8, 9, 22]

4.2.11 Značení pozemních komunikací

V souvislosti s hlídáním vozidla v jízdním pruhu souvisí rozvržení podélného dopravního značení na silnicích neboli čar, podle kterých se účastníci silničního provozu řídí. Jelikož se většina systémů pro hlídání jízdy v pruzích soustředí na spolupráci s kamerami, tak je nasnadě, aby čáry byly nakresleny dostatečně viditelně, a hlavně správně. [3, 4, 8, 9, 23]

Na silnici se existuje spousta značení, která zahrnují podélné čáry souvislé, podélné čáry přerušované, ale také například vodící čáry. Základní šířka jízdního pruhu činí 3,0 m, přičemž vozidlo se snaží udržet v co největší míře přesně na středu, tudíž se nesmí stát, že bude přejíždět ze strany na stranu a ohrožovat ostatní účastníky silničního provozu. [3, 4, 23, 24]

Pro samotné vodorovné značení se používají jednosložkové a dvousložkové barvy. Pro aplikace je vhodné, aby bylo hezké a suché počasí a dále také čistý povrch vozovky. Životnost dvousložkových barev je minimálně 36 měsíců a jednosložkových barev minimálně 24 měsíců. Barvy se aplikují buď ručně nebo strojově. [3, 4, 23, 24]

Pro správnost asistentů jízdy v pružích nejlépe poslouží rychlostní komunikace a dálnice, kde je značení ideální a nestává se, že by samotné čáry byly nějak přehlédnutelné či nedokončené. Je nasnadě si říci, že pokud probíhá oprava pozemní komunikace a jsou dočasně použity čáry žluté barvy z důvodu zúžení pruhů, případně jiných úprav, tak asistenční systémy pro hlídání jízdy v pružích již automaticky počítají i s takovými druhy překážek. [3, 4, 23, 24]

4.2.12 Údržba pozemních komunikací

Aby asistent jízdy v pružích řádně fungoval, tak musí být podmínky na pozemních komunikacích, téměř ideální. Pokud napadne větší množství sněhu a není povrch vozovky odhrnut, tak kamery a radary nemají možnost se řídit značením a tím pádem zobrazí chybovou hlášku, že nemají dostatečný rozhled, a tudíž se nemají dle čeho řídit. [3, 4, 23]

Povrch pozemních komunikací se řádně udržuje po celý rok, a to ne kvůli jízdám asistentům, ale hlavně z důvodu bezpečnosti. Je nasnadě, aby silnice byly sjízdné a měly i dostatečné dopravní značení, které je vidět i za nepříznivého počasí. [3, 4, 23]

Ovšem o údržbu všech komunikací se nestará pouze jedna organizace, ale jsou rozděleny dle příslušnosti. O dálnice a silnice I. třídy se stará Ředitelství silnic a dálnic a vlastníkem komunikací je stát. Silnice II. a silnice III. třídy spadají pod kraj a o jejich údržbu se starají pověřené organizace. Místní komunikace spravuje obec a komunikace účelové vlastníkem samotné komunikace. [3, 4, 23]

Práce na silnicích jsou rozděleny do dvou druhů prací. Jsou jimi letní a zimní období. V „letním“ období od dubna do října se jedná převážně o opravy vozovek, opravy mostů, natírání vodorovného dopravního značení nebo výměna svislého značení. V „zimním“ období od listopadu do března se jedná o odklizení sněhu, náledí a námraz z vozovky. [3, 4, 23]

4.3 Pasivní prvky bezpečnosti

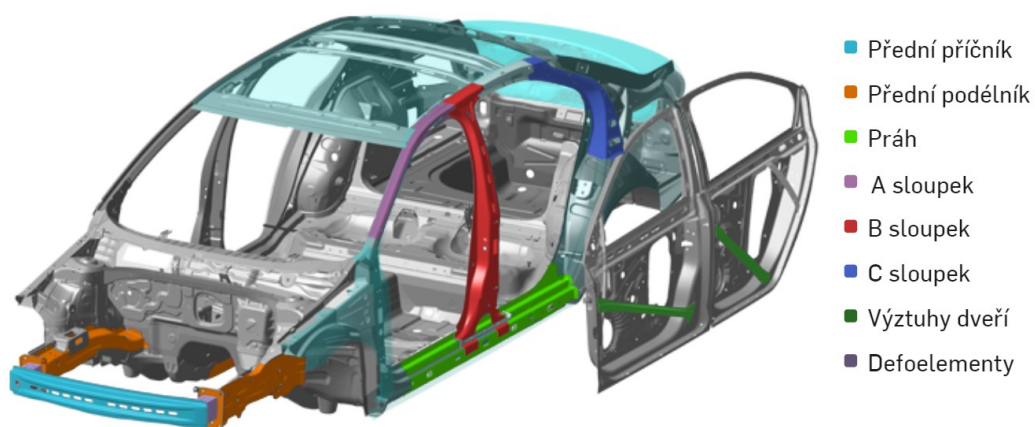
Popis nejdůležitějších prvků pasivní bezpečnosti vozidel.

4.3.1 Karoserie

V dnešní době se karoserie vyrábí z různých materiálů, které zvyšují jejich pevnost, jedná se buď o klasické ocelové, dále hliníkové a karbonové, které se používají ve sportovních vozech. Právě karbonové karoserie patří k těm nejpevnějším a zároveň také nejlehčím, ale jejich náklady na výrobu jsou enormní, a proto je téměř nelze vidět v běžných vozech. Hliníkové karoserie hojně využívá například automobilka Audi, či Jaguar. [18, 19, 20, 21]

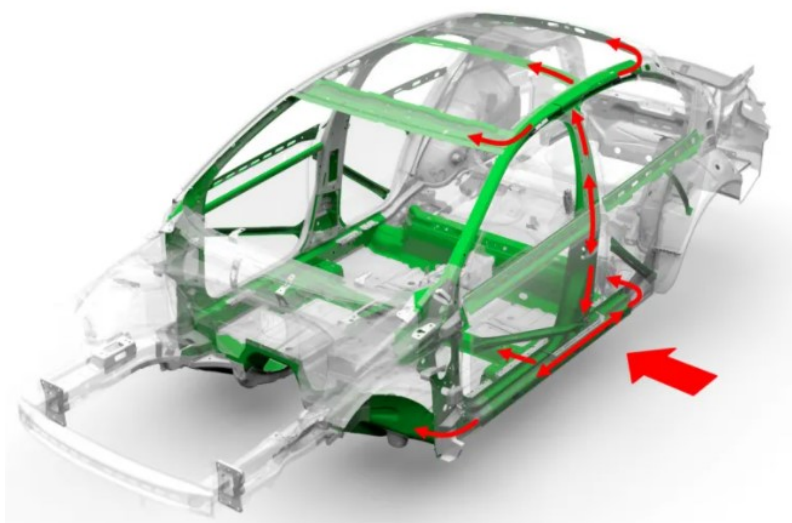
Aby samotná karoserie byla co nejpevnější, tak se používají různé výztuhy a každá karoserie má své deformační zóny, jak lze vidět na obrázku číslo 10. Deformační zóny se při nárazu záměrně deformují, a to z toho důvodu, aby pohltily, co nejvíce energie, která vznikne nárazem. Co se týká prostoru kabiny pro cestující, tak ta záměrně zůstane tuhá a pevná, aby zachovala, pokud možno co nejstálejší prostor pro přežití. [18, 19, 20, 21]

Obrázek 10 Deformační zóny karoserie



Zdroj www.bezpecneesty.cz

Obrázek 11 Působení sil v karoserii při bočním nárazu



Zdroj www.bezpecnecesty.cz

Důležitým faktorem také je, jaké je rozložení sil v karoserii působící při nárazu (lze vidět na obrázku číslo 11), protože není žádoucí, aby celá síla působila pouze do jednoho místa, například do B sloupku. Tím by mohlo dojít k tomu, že při bočním nárazu by posádka neměla téměř žádnou šanci na přežití, jelikož by druhé vozidlo mohlo proletět skrz, takže podle toho se patřičně jednotlivé karoserie upravují, aby odolávaly, co největším silám a zároveň se co nejméně poškodily. [18, 19, 20, 21]

Každé nový model vozu musí projít nárazovými zkouškami, v Evropě nazvanými Euro NCAP, v USA NHTSA, kde může dané vozidlo získat až 5 hvězdiček bezpečnosti. Dříve dostávala vozidla maximálně počet hodnocení pouze za karoserii, ale s nástupem moderní doby se začaly do hry přimíchávat také asistenční systémy vozidel, které jsou popsány v části o aktivní bezpečnosti, takže aby vozidlo bylo schopné dosáhnout maximálního hodnocení, tak musí být vybaveno spoustou systémů, které právě předchází samotným nehodám. [18, 20, 21]

4.3.2 Zadržné systémy

Slouží ke snížení rizika zranění cestujících ve voze tím, že udržují posádku na svém místě v průběhu nehody. Mezi zadržné systémy vozidel se řadí bezpečnostní pásy a dětské autosedačky. [18, 19, 20, 21]

a) Bezpečnostní pásy

V roce 1995 použil Ford ve svém vozidle první dvoubodový bezpečnostní pás a o čtyři roky později automobilka Volvo přišla s prvním třibodovým pásem, dnešní doby. Bezpečnostní pásy se neustále vyvíjí a například automobilka Ford přišla s řešením airbagu v bezpečnostním páse, což snižuje poranění hlavy, krku a hrudníku cestujících na zadních sedadlech. Pásy chrání posádku tím, že ji při nárazu udrží na místě v sedačce. [18, 19, 20, 21]

Obrázek 12 Kontrolka zapnutí bezpečnostního pásu



Zdroj www.autosalon.tv

V dnešní době je povinnost mít ve vozidle bezpečnostní pás během jízdy zapnutý. Veškeré automobilky se snaží předcházet tomu, aby se řidič a cestující ve vozidle připoutali tím, že po rozjetí se rozsvítí kontrolka nezapnutého pásu (obrázek číslo 12), kterou doprovází zvukový signál, který se časem stupňuje. [18, 19, 20, 21]

b) Dětské autosedačky

Ze zákona je stanoveno, že do dětské autosedačky musí usednout dítě, které je menší než 150 cm a lehčí než 36 kg. Na trhu existuje několik druhů autosedaček, které jsou rozděleny do několika skupin, které si níže popíšeme, ale nejprve je důležité si říct něco o uchycení autosedačky ve voze. [18, 19, 20, 21]

Řešení uchycení dětské autosedačky ve vozidlech řeší systém zvaný ISOFIX. Jsou jím vybavena všechna moderní vozidla. Jako první s tímto řešením přišla automobilka Volkswagen v roce 1997 v modelu Golf IV. Od té doby se stal ISOFIX standardem. Umožňuje rychlou a správnou instalaci autosedačky přímo do sedadla. ISOFIXem bývá vybavena zadní řada sedadel, případně sedadlo spolujezdce vpředu. Jedná se o kotevní systém, jehož konstrukce je zabudována právě přímo v sedadle automobilu, jak lze vidět na obrázku číslo 13. [18, 19, 20, 21]

Obrázek 13 Ukotvení autosedačky pomocí systému ISOFIX



Zdroj <https://rallystore.ru>

Z hlediska hmotnosti dítěte jsou autosedačky rozděleny do pěti skupin:

- a) Skupina 0 – je určena pro děti do hmotnosti 10 kg
- b) Skupina 0+ - je určena pro děti do hmotnosti 13 kg
- c) Skupina I – je určena pro děti o hmotnosti. od 9 do 18 kg
- d) Skupina II – je určena pro děti o hmotnosti od 15 do 25 kg
- e) Skupina III – je určena pro děti o hmotnosti od 22 do 36 kg

Je žádoucí tato rozdělení dodržet, jelikož by se mohlo stát, že pokud bychom posadili dítě o hmotnosti 5 kg do sedačky skupiny II, tak by při nárazu nesplnila autosedačka svou funkci a mohlo by dojít k neštěstí. [18, 19, 20, 21]

5 Praktická část práce

V praktické části práce bude rozbor, spolu s testováním asistentů jízdy v pruzích a hlídáním mrtvého úhlu, také funkce adaptivního tempomatu.

Pro praktickou část s adaptivním tempomatem byl vybrán vůz Škoda Octavia III, kde se testovala reakční doba adaptivního tempomatu na zpomalení. K testování posloužil běžný provoz ve městě a na dálnici, přičemž testy probíhaly jak za sucha, tak i za sněhu.

Dalším testem praktické části bylo otestovat chybovost asistentu hlídání jízdy v pruzích a dále hlídání mrtvého úhlu, kde také hrála roli chybovost systému, přičemž byl k tomuto testu vybrán taktéž vůz Škoda Octavia III, který měl v příplatkové výbavě právě tyto asistenty. Testovanou oblastí byl běžný provoz, který nejlépe vypovídá o kvalitě těchto systémů.

5.1 Adaptivní tempomat Škoda

Ve Škodě Octavia III se nachází adaptivní tempomat koncernu Volkswagen. K jeho ovládání slouží samostatná páčka pod volantem, která je zobrazena na obrázku číslo 14. Největší výhodou tohoto tempomatu je, že se dá přepínat mezi funkcí adaptivní a klasickou. Tato výhoda poslouží i při běžném používání v zimních měsících, jelikož za hustého sněžení se radar tempomatu umístěný v přední masce snadno zanese vrstvou sněhu, a tím ztrácí svou adaptivní schopnost a je za potřebí využít funkci klasickou, která udržuje předem nastavenou rychlost.

Obrázek 14 Páčka ovládání adaptivního tempomatu



Zdroj www.smucler.cz

Pro tento test posloužila standardní verze adaptivního tempomatu do rychlosti 160 km/h. Lze si v příplatkové výbavě navolit taktéž tempomat do rychlosti 210 km/h, ale vzhledem k dálničnímu limitu 130 km/h bohatě dostačuje ten základní. Test absolvoval řidič a zapisovatel hodnot, kdy se jednotlivé rychlosti opakovali 3x.

5.1.1 Testování reakční doby zpomalení o rychlost 10 km/h na dálnici

a) Test za sucha

Tento test probíhal na dálnici D8 při několika opakování, aby byly zajištěny, co nejpřesnější výsledky testu. V ideálním počasí byl test proveden při rychlostech v rozmezí od 100 km/h do 140 km/h, vždy s odstupem 10 km/h. Vzdálenost adaptivního tempomatu byla nastavena na střední hodnotu. Pro každou rychlost byly naměřeny tři časy, které se zprůměrovaly.

V tabulce číslo 1 lze vidět, že je v některých případech rozdíl jsou několika sekundové rozdíly při stejné rychlosti. Důvodem těchto rozdílů je nestálý provoz, kdy nastávají situace, kdy je potřeba rychleji zpomalit, například za výrazně pomaleji jedoucím vozem.

Tabulka 1 Hodnoty zpomalení za sucha

Sucho – dálnice				
Rychlost (km/h)	Reakční doba zpomalení o 10 km/h (s)			Průměr
100	1,80	2,11	1,98	1,96
110	2,28	2,81	1,82	2,30
120	2,92	2,34	3,53	2,93
130	3,78	2,55	3,33	3,22
140	2,61	3,98	1,48	2,69

Zdroj vlastní, měření zpomalení

Reakční doby se u jednotlivých rychlostí výrazně liší. U rychlosti 100 km/h je nejnižší průměrná reakční doba, lze usoudit, že pokud by se jednalo o jízdu při stoupání, kdy před vozidlem jede nákladní automobil, který nemá potřebný výkon na udržení rychlosti, tak adaptivní tempomat začne dopředu výrazněji dříve zpomalovat. Naopak při rychlosti 130 km/h je průměrná doba nejdelší, jelikož je zpomalení pozvolné z důvodu toho, že většina řidičů jezdí právě oněch 130 km/h.

b) Test za sněhu

Tento test byl proveden na dálnici z Bratislavy do Budapešti. Z důvodu bezpečnosti byly rychlosti v rozmezí od 80 km/h do 110 km/h, vždy s odstupem 10 km/h. Vzdálenost adaptivního tempomatu byla taktéž nastavena na střední hodnotu.

Následující hodnoty z měření jsou uvedeny v tabulce číslo 2, kdy lze vidět rozdíl hodnot mezi suchem a sněhem. Hodnoty za sněhu byly výrazně vyšší, v rychlostech 100 km/h a 110 km/h až o 60 setin sekundy. Je to dáno tím, že ostatní vozidla jela taktéž nižší, bezpečnou rychlostí a nebylo potřeba tak prudce zpomalovat.

Tabulka 2 Hodnoty zpomalení při sněžení

Sníh – dálnice				
Rychlost (km/h)	Reakční doba zpomalení o 10 km/h (s)			Průměr
80	4,21	3,98	3,91	4,03
90	3,96	3,81	4,02	3,93
100	2,63	2,52	2,55	2,57
110	2,35	3,01	2,88	2,75

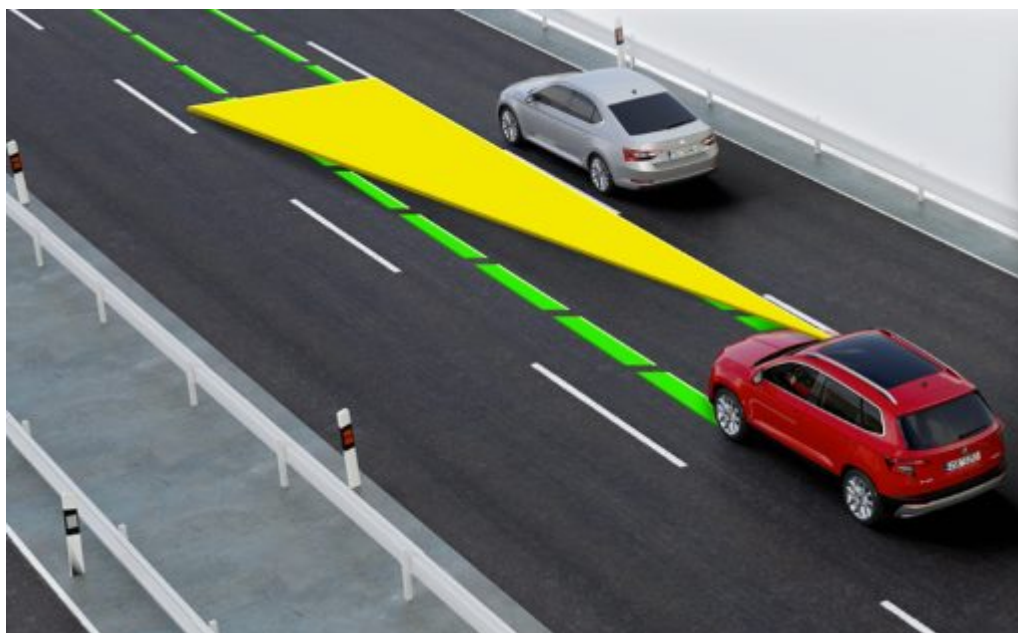
Zdroj vlastní, měření zpomalení

5.2 Asistent hlídání jízdy v pruzích Škoda

Škoda, respektive koncern Volkswagen, používá pro udržování jízdy v pruzích systém nazvaný klasicky „Lane Assist“, který funguje na poměrně jednoduchém principu, jako většina dostupných systémů na trhu. Za pomoci kamery, která je umístěna zezadu vnitřního zpětného zrcátka, stejně jako dešťový a světelný senzor, čte vozovku před sebou, respektive vodorovné značení na silnici. Pokud je tento systém aktivní, tak v případě, že se vozidlo vychýlí ze středu svého pruhu, pak systém sám jemným pohybem vůz vrátí zpět do středu.

Jak už u těchto systémů bývá, tak je důležité, aby při změně jízdního pruhu dal řidič vozidla znamení o změně směru, pokud se tak nestane, tak vůz vyhodnotí, že se řidič dostatečně nevěnuje řízení a začne se vracet zpět do pruhu, ve kterém se aktuálně nachází. Jestliže se znamení o změně směru jízdy aktivuje, tak vůz v tu chvíli přestane přebírat řízení, a až po přejetí do pruhu vedlejšího, případně po dokončení předjížděcího manévru, přebírá kontrolu. Na obrázku číslo 15 lze vidět princip funkce hlídání jízdy v pruzích Škoda Lane Assist.

Obrázek 15 Škoda Lane Assist



Zdroj www.octaviaclub.cz

5.2.1 Testování chybovosti systému Lane Assist

Cílem tohoto testu bylo zjistit chybovost asistentu jízdy v pruzích v praxi, kdy byly provedeny testy ve dvou odlišných typech provozu, jedním z nich bylo testování systému mimo město, druhým bylo testování systému na dálnici.

a) Test chybovosti mimo město

Místem tohoto testu byly silnice první třídy v okolí Prahy, kdy bylo provedeno testování, na několika úsecích, které byly plně označeny vodorovným značením, tak byly také vybrány úseky, kde značení chybělo případně bylo značně poškozeno. Test proběhl za přítomnosti řidiče a zapisovatele hodnot, kdy se každý úsek projížděl 3x. Jelikož lane assist má konkrétně u Škody Octavia III pouze dva stupně, buď zapnuto nebo vypnuto, tak nebylo potřeba nic speciálního nastavovat, jako například u výše zmíněného adaptivního tempomatu. Testovaným úsekem byly silnice v okolí Prahy, dále také okresní silnice v okolí Kolína a Kutné Hory.

Co se týče testování na úsecích, kde bylo vodorovné značení ve skvělém stavu a nikde nechybělo, tak zde asistent nezaznamenal téměř žádné chyby, oproti úsekům, kde značení nebylo optimální. Jak lze vidět v tabulce číslo 3, tak byly provedeny celkem 3 opakování na

různých úsecích, přičemž je zde patrný rozdíl v opakováních, kdy při prvním průjezdu úseku z Pražské Víně do Brandýsa nad Labem zaznamenal asistent 3 chyby, ale například u druhého průjezdu byla chybovost prakticky žádná, pouze jedna chyba. Ve druhém úseku mezi Kolínem a Velkým Osekem byla celková a průměrná chybovost nejvyšší, konkrétně 2,3333. Tento fakt může být dán tím, že se zde nachází větší množství zatáček, což by i dávalo smysl vzhledem k tomu, že u třetího úseku mezi Kutnou Horou a Červenými Pečkami byla průměrná chybovost na úrovni 1,3333, přičemž je tento úsek bez většího množství zatáček.

Tabulka 3 Test chybovosti hlídání jízdy v pružích mimo město, ideální vodorovné značení

x	Počet chyb			x
Úsek	1. průjezd	2. průjezd	3. průjezd	Průměrná chybovost
Vinoř – Brandýs nad Labem	3	1	3	2,3333
Kolín – Velký Osek	2	2	4	2,6667
Kutná Hora – Červené Pečky	1	1	2	1,3333

Zdroj vlastní měření

Tabulka číslo 4 ukazuje hodnoty na úsecích, kde nebylo vodorovné značení optimální. Je z ní patrný značný rozdíl oproti hodnotám v ideálních podmínkách.

Tabulka 4 Test chybovosti hlídání jízdy v pružích mimo město, špatné vodorovné značení

x	Počet chyb			x
Úsek	1. průjezd	2. průjezd	3. průjezd	Průměrná chybovost
Satalice – Horní Počernice	5	6	3	4,6667
Jirny – Úvaly	6	6	4	5,3333
Nehvizdy – Lázně Toušeň	7	5	8	6,6667

Zdroj vlastní měření

První úsek mezi Satalicemi a Horními Počernicemi dopadl nejlépe z této trojice, na druhou stranu si je potřeba říci, že je téměř o 2 body v průměru horší než nejhorší úsek v prvním měření. Zbylé dva úseky dopadly ještě hůře, přičemž zde je na místě si říct, že vodorovné značení nebylo téměř nikde po této cestě, což má negativní dopad na funkčnost samotného asistentu, který pak nemůže snímat vozovku, respektive její značení.

b) Test chybovosti na dálnici

Dálnice je ideálním místem pro funkci asistentu hlídání jízdy v pruzích a má na to vliv několik aspektů. Prvním z nich je téměř dokonalé vodorovné značení, kdy systém skvěle funguje jak při standardních situacích, tak i ve zúžených jízdnicích pruzích, které jsou kvůli opravě komunikace označeny žlutými čarami. Druhým aspektem je, že dálnice nemají tolik strmých zatáček a provoz je proto plynulý, oproti klasickým okresním silnicím.

Na tento test byly vybrány taktéž tři úseky, přičemž se jednalo o úseky o délce přibližně 30 km, kdy se taková vzdálenost ukázala jako dostačující pro tento test. V tabulce číslo 5 lze vidět, že hodnoty jsou téměř nulové.

Tabulka 5 Test chybovosti hlídání jízdy v pruzích na dálnici

x	Počet chyb			x
Úsek	1. průjezd	2. průjezd	3. průjezd	Průměrná chybovost
Praha – Roudnice nad Labem	1	0	1	0,6667
Praha – Starý Vestec	1	0	0	0,3333
Praha – Zdice	0	1	2	1,0000

Zdroj vlastní měření

Úsek číslo 2 skončil jako nejlepší v průměrném počtu chybovosti, s výsledkem 0,3333, což je oproti hodnotám na okresních silnicích značný rozdíl. První a třetí úsek dopadl o něco málo hůře, ale v porovnání s předchozími nad míru dobře. Co se týče samotných chyb, tak ty byly dány zejména z důvodu předjíždění, kdy vozidlo sice mělo znamení o změně směru jízdy, ale mohlo se stát, že komunikace systému neproběhla.

5.2.2 Porovnání počtu chyb silnice x dálnice

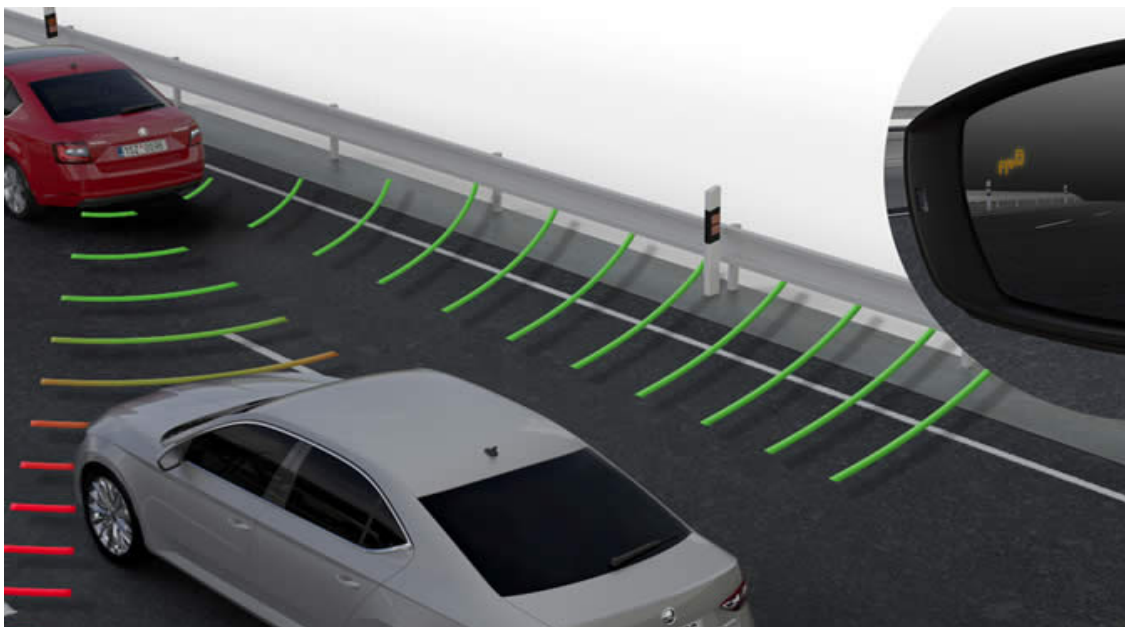
Jak je tedy z výsledků patrné, tak dálnice je zdá se lepším místem pro využívání asistentu hlídání jízdy v pruzích, jak již bylo zmíněno, tak je to hlavně dáno lepší infrastrukturou, co se vodorovného značení týče. Rozdíl je poměrně markantní.

5.3 Asistent hlídání mrtvého úhlu Škoda

Škoda ve svých modelech používá asistent hlídání mrtvého úhlu, Škoda Blind Spot Detect, se signalizací u vnějšího zpětného zrcátka z boku u nových modelů. V modelu Škoda Octavia III je tento ukazatel umístěn přímo ve skle vnějšího zpětného zrcátka. Celý princip funguje poměrně jednoduše, za použití senzorů umístěných z boku zadního nárazníku snímá okolí vedle a za autem, takže vlastně oblast, ve které je pro řidiče v některých případech nemožné zahlédnout jedoucí vozidlo.

Na obrázku číslo 16 lze vidět funkci asistenti hlídání mrtvého úhlu v praxi, kde je zde hezky znázorněn bod, který senzor sleduje, včetně rozsvícené diody ve vnějším zpětném zrcátku, která upozorňuje na vozidlo ve vedlejším pruhu.

Obrázek 16 Škoda Blind Spot Detect



Zdroj www.auto-horejsek.cz

5.3.1 Testování chybovosti systému Škoda Blind Spot Detect

Podobně jako předchozí test, tak i tento je orientován na chybovost systému v praxi, konkrétně asistent hlídání mrtvého úhlu. Testy probíhaly v běžném provozu v Praze a dále na dálnici v okolí Prahy, právě pro porovnání míry chybovosti ve městě a dále mimo město, kde se očekávala menší chybovost. Tento test absolvoval řidič, zapisovatel hodnot a kontrolor.

a) Test chybovosti ve městě

Obecně ve městě byla očekávána vyšší chybovost systému, z důvodu většího provozu, kdy testy probíhaly jak v ranních hodinách, kdy je provoz v Praze poněkud hustší, tak i v pátek v hodinách večerních a také o víkendu, kdy je menší provoz. Testy probíhaly téměř po celé Praze, samozřejmě na úsecích s dvouproudovou silnicí. Každá jedna jízda měla přibližně 15 kilometrů. Jako chyba bylo bráno nedetekování vozidla ve vedlejším pruhu diodou ve vnějším zpětném zrcátku. Aby bylo zřetelné, že druhé vozidlo nacházející v oblasti mrtvého úhlu opravdu je, byla na zadním sedadle spolujezdce dotyčná osoba pro kontrolu.

Tabulka 6 Počet chyb ve městě

x	Počet chyb			x
Úsek	1. průjezd	2. průjezd	3. průjezd	Průměrná chybovost
Území Prahy ranní hodiny v pracovním týdnu	5	3	3	3,6667
Území Prahy v pátek v podvečer	4	2	4	3,3333
Území Prahy o víkendu	2	1	0	1,0000

Zdroj vlastní měření

Jak lze vidět v tabulce číslo 6, tak se ověřilo, že o víkendech a celkově v menším provozu je průměrná chybovost 1,6667, přičemž se podařilo při třetím průjezdu dosáhnout chybovosti 0, což ale zapříčinila situace, kdy na celé trase nejelo téměř žádné vozidlo, na druhou stranu data z úseků, kdy byl ranní provoz a páteční večerní provoz nejsou nijak hroživá, oproti očekávání, které panovalo. Je nepatrný rozdíl mezi ranním a večerním provozem v pátek o 0,3 chyb, což je téměř mizivá hodnota. Je nutné podotknout, že provoz byl opravdu hustý a bralo se v potaz každé projeté auto, tím pádem by se mohlo zdát, že jsou výsledky hroživé, ale právě na takovéto množství aut, která projela kolem, jsou hodnoty v dané toleranci, která byla nastavena v tomto případě na celkový průměr 5.

Tolerance byla trochu vyšší, protože při zkušebních jízdách, bez osoby na zadním sedadle, se zdálo, že chyb je opravdu více, ale pod dohledem další osoby se tento vjem vytratil.

b) Test chybovosti na dálnici

U tohoto testu byla očekávaná nižší chybovost, a to převážně z důvodu testování na dálnici, kde jsou optimální podmínky pro systém hlídání mrtvého úhlu. Celkově, jak vyšlo i z předchozích testů, tak dálnice je ideální pro širokou řadu asistenčních systémů vozidel.

V tabulce číslo 7 lze vidět výsledky provedených testů, přičemž byly zvoleny 3 úseky dálnic v okolí Prahy, které byly přibližně 20 km dlouhé a každý z nich měl tři opakování. Jednalo se o dálnici D8 ve směru na Ústí nad Labem, dálnici D11 ve směru na Hradec Králové a dálnici D5 ve směru na Plzeň.

Tabulka 7 Počet chyb na dálnici

x	Počet chyb			x
Úsek	1. průjezd	2. průjezd	3. průjezd	Průměrná chybovost
Dálnice D8	1	0	1	0,6667
Dálnice D11	1	1	2	1,3333
Dálnice D5	0	1	0	0,3333

Zdroj vlastní měření

Jak je vidno, tak průměrná chybovost je v součtu řádově nižší, oproti hodnotám, které byly naměřeny ve městě. Vliv na to má konstantní provoz a také samotné rozvržení dálnice oproti městu. Chyby, které nastaly, tak lze připsat hustšímu provozu na začátku Prahy, kdy jezdilo vyšší množství vozidel oproti úsekům dále vzdáleným.

6 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala systémy aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel. Pokrok v technologiích aktivní i pasivní bezpečnosti je nezastavitelný a neustále se přichází s novými řešeními v oblasti této problematiky, která ročně zachrání mnoho lidských životů. Jak je již zvykem, tak každým rokem se na trhu objevují nové systémy, které nadále zlepšují funkci těch stávajících, případně přináší nové standardy bezpečnosti. V dnešní době si nelze představit život bez asistentů, kterými jsou ABS, ESP či ASR, ale také těmi více důležitými, které se spustí až v průběhu nehody, airbag nebo bezpečnostní pásy.

Praktická část diplomové práce obsahuje měření, která probíhala v běžném provozu, kdy bylo použito vlastní vozidlo, konkrétně Škoda Octavia III. Účastníkem měření byl řidič, zapisovatel a kontrolor. Hlavními prvky aktivní bezpečnosti v praktické části byly adaptivní tempomat, asistent hlídání jízdy v pružích a asistent hlídání mrtvého úhlu. Při samotných měřeních bylo důležité plánovat dostatečně dopředu z důvodu počasí, hustoty provozu apod.

U testu reakční doby zpomalení lze vidět, že počasí hraje poměrně značnou roli pro správnou funkci adaptivního tempomatu, kdy průměr hodnot reakční doby zpomalení u testu za sucha byl při 100 km/h 1,96 s, při 110 km/h 2,30 s, při 120 km/h 2,93 s, při 130 km/h 3,22 s a při 140 km/h 2,69 s. Při testu za sněhu byly hodnoty vyšší a jsou následující, při 80 km/h 4,03 s, při 90 km/h 3,93 s, při 100 km/h 2,57 a při 110 km/h 2,75. Pokud vezmeme v potaz rychlosti 100 km/h a 110 km/h, tak je zde vidět výrazný rozdíl v závislosti na počasí.

Test chybovosti asistentu hlídání jízdy v pružích dopadl mimo město při ideálním vodorovném dopravním značení následovně: První úsek mezi Vinoří a Brandýsem nad Labem s průměrnou chybovostí 2,33, druhý úsek Kolín a Velký Osek s průměrnou chybovostí 2,67 a třetí úsek Kutná Hora a Červené Pečky s průměrnou chybovostí 1,33. Test chybovosti asistentu jízdy v pružích mimo město při nesouvislém dopravním značení dopadl takto: První úsek mezi Satalicemi a Horními Počernicemi s průměrnou chybovostí 4,67, druhý úsek mezi Jirny a Úvaly s průměrnou chybovostí 5,33 a třetí úsek mezi Nehvizdy a Lázně Toušeň s průměrnou chybovostí 6,67. Je zde vidět značný rozdíl chybovosti právě mezi kvalitním a nesouvislým dopravním značením. Co se týče testu chybovosti asistentu hlídání jízdy v pružích, tak dopadl nejlépe ze všech tří testů, a to konkrétně následovně: První úsek mezi Prahou a Roudnicí nad Labem s průměrnou chybovostí 0,67, druhý úsek mezi Prahou a Starým Vestcem s průměrnou chybovostí 0,33 a třetí úsek mezi Prahou a Zdicemi

s průměrnou chybovostí 1,00. Tento rozdíl oproti předchozím testům je dán právě ideálním vodorovným dopravním značením, a hlavně s nulovým počtem prudších zatáček.

Posledním testem byla chybovost asistentu hlídání mrtvého úhlu, kdy test proběhl ve městě a na dálnici pro porovnání funkčnosti v daných místech a časech. Test chybovosti asistentu hlídání mrtvého úhlu ve městě dopadl následovně: První úsek v ranních hodinách v pracovním týdnu s průměrnou chybovostí 3,67, druhý úsek v pátek v podvečer s průměrnou chybovostí 3,33 a třetí úsek o víkendu s průměrnou chybovostí 1,00. Z tohoto testu je patrné, že čím hustší provoz, tím více chyb. Druhý test chybovosti asistentu hlídání mrtvého úhlu na dálnici dopadl následovně: První úsek na dálnici D8 s průměrnou chybovostí 0,67, druhý úsek na dálnici D11 s průměrnou chybovostí 1,33 a třetí úsek na dálnici D5 s průměrnou chybovostí 0,33. Je patrné, že na dálnici je menší chybovost než ve městě, je to dáno plynulostí samotného provozu.

V konečném výsledku lze říct, že adaptivní tempomat plní svou funkci nadmíru dobře v závislosti na počasí. Asistent hlídání jízdy v pružích má své opodstatnění hlavně na dálnici, kdy málokdy chybuje a může tak zachránit řidiče například při mikrospánku. Asistent hlídání mrtvého úhlu chyboval nejvíce v hustém městském provozu, což je ale logické při několikanásobném množství vozidel v okolí. I přesto lze říci, že město je pro tento asistent ideální a najde zde nejvíce své využití hned po dálnici.

7 Seznam použitých zdrojů

1. Bezpečné cesty, ABS a ASR, [online] [pub. 15. 05. 2009] [cit. 25. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti/abs-a-asr>.
2. BECEP, ESP je jednoznačný pomocník, [online] [pub. 23. 03. 2013] [cit. 02. 09. 2019], Dostupné z: <http://www.becep.sk/vodici/37/esp-je-jednoznacny-pomocnik>.
3. EBEN LI, S. and all, Kalman filter-based tracking of moving objects using linear ultrasonic sensor array for road vehicles, Mechanical Systems and Signal Processing,
4. VLK, F. Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy: [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
5. VLK, F. Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy: [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
6. VLK, F. Automobilová elektronika 3, Systémy řízení motoru a převodů: [benzinové motory, diesellové motory, výkon vozidla, vstříkovací systémy, zapalování, snímání dat]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7063-1.
7. VLK, F. Elektronické systémy motorových vozidel. Díl 1. Brno: František Vlk, 2002. ISBN 80-238-7282-6.
8. SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Automotive safety handbook. 2nd ed. Warrendale: SAE International, c2007. ISBN 978-0-7680-1798-4.
9. PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. Automotive vehicle safety. Warrendale: SAE, 2002. ISBN 0-7680-1096-9.
10. Wilbert Tan, Adaptive Cruise Control, [online] [pub. 18. 09. 2018] [cit. 15. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.carmudi.com.ph/journal/adaptive-cruise-control-work/>.

11. Šmucler magazín, Front assist – automatické nouzové brzdění, [online] [pub. 16. 11. 2016] [cit. 13. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/front-assist-automaticke-nouzove-brzdeni/>.
12. Patrik Svatoš, Jak funguje hlídání mrtvého úhlu, [online] [pub. 08. 02. 2019] [cit. 15. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/blbost-nebo-pomocnik-hlidani-mrtveho-uhlu-muze-davat-smysl-21001071>.
13. Mike Hanlon, Volvo Launches Blind Spot Information System, [online] [pub. 20. 01. 2004] [cit. 17. 08. 2019], Dostupné z: <https://newatlas.com/go/2937/>.
14. Volvocars, Blind Spot Information, [online] [pub. 10. 07. 2019] [cit. 17. 08. 2019], Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/support/manuals/v90/2020/podpora-ridice/blind-spot-information/blis>.
15. Jiří Baborský, Systémy čtení dopravních značek, [online] [pub. 21. 06. 2013] [cit. 25. 08. 2019], Dostupné z: <https://svetmotoru.auto.cz/clanek/technika/4040/systemy-cteni-dopravnich-znacek-dej-si-pohov-cedule-hlidam.html>.
16. P CAR, Technika: adaptivní světlomety, [online] [pub. 12. 11. 2012] [cit. 09. 09. 2019], Dostupné z: <https://www.pcar.cz/novinky/2012/technika-adaptivni-svetlomety/>.
17. Jan Sajdl, Audi Adaptive light, [online] [pub. 21. 08. 2011] [cit. 10. 09. 2019], Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/audi-adaptive-light/>.
18. Karoserie. Bezpečné cesty.cz [online]. Copyright © 2014 [cit. 24.11.2021]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie>
19. BESIP – Pasivní bezpečnost. BESIP – Úvod [online]. Copyright © 2021 [cit. 24.11.2021]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Cestujeme-autem/Asistencni-systemy-v-autech/Pasivni-bezpecnost>

20. BESIP – Dětské autosedačky. BESIP – Úvod [online]. Copyright © 2021 [cit. 24.11.2021]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Cestujeme-autem/Asistencni-systemy-v-autech/Pasivni-bezpecnost/Detske-autosedacky>
21. ISOFIX – autolexicon.net. [online]. Copyright © 2021 [cit. 24.11.2021]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/system-isofix/>
22. PASTUCHA, Tomáš. *Prvky aktivní bezpečnosti vozidel hlídající polohu a pohyb vozidel na vozovce* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-12-24]. Dostupné z: https://is.czu.cz/auth/zp/zp_portal.pl?studium=222088;obdobi=929. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta.
23. Údržba komunikace. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Udrzba-komunikaci>
24. Vodorovné dopravní značení realizujeme po celé ČR | AZznačky . Pronájem dopravního značení | AZznačky [online]. Copyright © 2015 [cit. 05.12.2021]. Dostupné z: <https://www.azznacky.cz/vodorovne-dopravni-znaceni>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Ukázka systému ESP v praxi.....	6
Obrázek 2 Ukázka systému ABS v praxi.....	7
Obrázek 3 Funkce adaptivního tempomatu v praxi	9
Obrázek 4 Funkce systému čtení dopravních značek	12
Obrázek 5 Funkce Head-Up Displeje	13
Obrázek 6 Funkce adaptivních světlometů	14
Obrázek 7 Slepý úhel v oblasti nepřímého výhledu řidiče	15
Obrázek 8 Systém hlídání mrtvého úhlu BLIS	17
Obrázek 9 Hlídání jízdy v pruzích Lane assist.....	18
Obrázek 10 Deformační zóny karoserie.....	21
Obrázek 11 Působení sil v karoserii při bočním nárazu.....	22
Obrázek 12 Kontrolka zapnutí bezpečnostního pásu	23
Obrázek 13 Ukotvení autosedačky pomocí systému ISOFIX.....	24
Obrázek 14 Páčka ovládání adaptivního tempomatu	26
Obrázek 15 Škoda Lane Assist	29
Obrázek 16 Škoda Blind Spot Detect.....	32

Seznam tabulek

Tabulka 1 Hodnoty zpomalení za sucha	27
Tabulka 2 Hodnoty zpomalení při sněžení.....	28
Tabulka 3 Test chybovosti hlídání jízdy v pruzích mimo město, ideální značení	30
Tabulka 4 Test chybovosti hlídání jízdy v pruzích mimo město, špatné značení.....	30
Tabulka 5 Test chybovosti hlídání jízdy v pruzích na dálnici	31
Tabulka 6 Počet chyb ve městě.....	33
Tabulka 7 Počet chyb na dálnici	34